

Motor vehicle braking control method

Patent number: DE19955094
Publication date: 2001-05-23
Inventor: ARNOLD ARMIN (DE)
Applicant: SIEMENS AG (DE)
Classification:
- **international:** B60T8/26; B60T8/32; B60T8/60; B60T8/00
- **european:** B60T8/58, B60T8/00B4, B60T8/00B10F,
B60T8/00B10H, B60T8/26D
Application number: DE19991055094 19991116
Priority number(s): DE19991055094 19991116

Abstract of DE19955094

A braking control method for a motor vehicle during a braking phase, where the braking pressure for at least one rear wheel is determined via the wheel response/behaviour at at least one front wheel. For the at least one rear wheel, a braking force is specifically determined from the braking force prevailing during incursion of wheel-slip and/or from the front wheel acceleration values via specified control parameters, such that the braking force corresponds approximately to the maximum transferable braking force at the, at least one, rear wheel.

Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

THIS PAGE BLANK (USPTO)



①⑨ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 199 55 094 A 1**

⑤① Int. Cl.⁷:
B 60 T 8/26
B 60 T 8/32
B 60 T 8/60
B 60 T 8/00

②① Aktenzeichen: 199 55 094.8
②② Anmeldetag: 16. 11. 1999
④③ Offenlegungstag: 23. 5. 2001

DE 199 55 094 A 1

⑦① Anmelder:
Siemens AG, 80333 München, DE

⑦② Erfinder:
Arnold, Armin, 90602 Pyrbaum, DE

⑤⑥ Entgegenhaltungen:

DE	196 51 460 A1
DE	44 20 061 A1
DE	41 28 087 A1
DE	41 12 388 A1
DE	33 45 694 A1
DE	33 01 948 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Verfahren zur Bremsregelung eines Kraftfahrzeugs und Bremsvorrichtung für ein Kraftfahrzeug

⑤⑦ Bei einem Verfahren und einer Vorrichtung zur Bremsregelung eines Kraftfahrzeugs bei einer Bremsphase sowie einer Bremsvorrichtung ist vorgesehen, daß das Bremsverhalten für mindestens ein Hinterrad über das Radverhalten von mindestens einem Vorderrad bestimmt wird.

DE 199 55 094 A 1

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bremsregelung eines Kraftfahrzeugs bei einer Bremsphase insbesondere mit einem Schlupfeinlauf und eine nach diesem Verfahren arbeitende Bremsvorrichtung für ein Kraftfahrzeug.

Mit den bekannten Verfahren zur Bremsregelung von Kraftfahrzeugen wird angestrebt, eine Überbremsung – also einen überhöhten Schlupf zwischen den Rädern des Kfz's und der Fahrbahnoberfläche – zu verhindern. Zum technologischen Hintergrund ist in diesem Zusammenhang kurz festzuhalten, daß der sogenannte "Schlupf" beim Radlauf eines Kraftfahrzeuges bei jeder – auch geringer – Kraftübertragung auftritt. So liegen etwa 10% Schlupf vor, wenn die an der Felge gemessene Drehzahl beim Bremsen einer Geschwindigkeit von 90 km/h entspricht, das Fahrzeug sich tatsächlich jedoch mit 100 km/h bewegt.

Herkömmliche Reifen übertragen nun zunächst Kräfte, die etwa linear mit dem Schlupf anwachsen, da elastische Verformungen des Reifens auch ohne Gleiten des Profilmgummis zu einem Schlupf führen. Bei zunehmendem Schlupf geraten zunächst nur Teilbereiche der Reifenauflandsfläche ins Gleiten, da die Verhältnisse innerhalb der Auflandsfläche inhomogen sind, da unterschiedliche Flächenabschnitte beispielsweise einen unterschiedlichen Anpressdruck aufweisen. Die übertragenen Kräfte nehmen schließlich nicht mehr linear zu, sondern verringern sich nach Durchlaufen eines Maximums wieder, bis schließlich die gesamte Auflandsfläche in Gleitreibung übergegangen ist. Das Schlupfoptimum liegt je nach Reifentyp bei ca. 7 bis 15% Schlupf.

Unter "Schlupfeinlauf" wird nun ein Überschreiten dieses Optimums verstanden, wobei der Reifen auch seine Seitenführungseigenschaften verliert. Ein nicht überbremstes Rad erleichtert nun grundsätzlich die Bestimmung einer Fahrzeug-Referenzgeschwindigkeit, die eine Grundlage für die Fahrdynamikregelung und die ABS-Regelung des Fahrzeuges darstellt.

Unter den bekannten Bremsregelungsverfahren sind die Anti-Blockier-System-Regelung (ABS-Regelung) sowie als Untersystem davon die sog. elektronische Bremskraftverteilung (EBV) zu nennen.

Von vornherein soll zur Vereinfachung der Terminologie gesagt sein, daß unter dem Begriff "Bremskraft" synonymisch auch "Bremsdruck" verstanden werden kann.

Bei der ABS-Regelung wird das Bremsverhalten der Hinterräder hauptsächlich nach dem sogenannten Select-Low-Verfahren geregelt. Hierbei wird die Bremskraft eines Hinterrades an diejenige des anderen Hinterrades angepaßt, bei dem zuerst Schlupf festgestellt wurde. Das erstgenannte Hinterrad wird folglich "unterbremst" – d. h. sein übertragbares Bremsmoment ist aufgrund der Anpassung an die Bremskraft des anderen Hinterrades niedriger als sein maximal bei optimalem Schlupf übertragbares Bremsmoment. Besonders nachteilig wirkt sich dies bei Kurvenfahrten aus, bei denen hohe Querbremsebeschleunigungen auftreten. Hier wird das kurvenäußere Rad unterbremst, da am kurveninneren Rad nur ein geringeres Bremsmoment wegen der geringeren Anpreßkraft des Rades auf die Fahrbahn übertragbar ist.

Um diese Problematik einer Lösung zuzuführen, wurde insbesondere für hydraulische Bremssysteme das sogenannte Cornering-Brake-Control-(CBC-)Verfahren entwickelt, das auf der Grundidee beruht, daß ein Bremsdruckunterschied bei verschiedenen Rädern (abklingend) erhalten bleibt. Das CBC-Verfahren behebt den oben erwähnten Nachteil jedoch nur teilweise, indem bei hohen Querbremsebeschleunigungen (ca. 5 m/s²) zwischen dem Bremsbeginn

und dem Eintritt in die ABS-Regelung gar kein Bremsdruck am kurveninneren Rad aufgebaut wird. Bei Eintritt in die ABS-Regelung wird dieselbe Ventilstellung im Hydrauliksystem am kurveninneren wie am kurvenäußeren Rad verwendet. Vorteilhaft wirkt sich dabei der vor der ABS-Regelung herrschende Druckunterschied aus, der während einer gewissen Zeit bis zum Ausgleich des anfänglichen Druckunterschieds wegen der Hydraulik-Trägheit noch bestehen bleibt.

Die Anwendung des CBC-Verfahrens hat weitere Auswirkungen auf das Fahrverhalten. Durch die ungleiche Bremskraftverteilung zwischen linker und rechter Fahrzeugseite schon beim Anbremsen – also vor Eintritt der ABS-Aktion – wirkt ein nach außen gerichtetes Drehmoment auf das Fahrzeug, das der ansonsten vorherrschenden Tendenz zum sogenannten "Eindreihen", d. h. zu einem Übersteuern mit Schleudergefahren, entgegenwirkt. Diese Verfahrensweise ist auf elektromechanische Bremsanlagen im übrigen nur teilweise direkt übertragbar, da sie vom typischen Verhalten einer hydraulischen Bremsanlage ausgeht.

Mit einer EBV-Regelung wird beim Überschreiten bestimmter Schlupf- und/oder Beschleunigungsschwellen die Bremskraft der Räder nicht weiter erhöht, sondern auf einem konstanten Niveau gehalten. Es wird also auch keine Bremskraft abgebaut, so daß Schlupfeinläufe auftreten können.

Insofern stoppen die bekannten Zusatzverfahren innerhalb der ABS-Regelung nur in bestimmten Sonderfällen den Bremsdruckaufbau an den Hinterrädern. Es wird jedoch kein im voraus als günstig erkannter Bremsdruck an den Hinterrädern eingestellt, insbesondere wird kein Druck ohne nennenswerten Schlupf abgebaut. Bei einem Überschreiten der optimalen Haftwertausnutzung sind ferner die Seitenführungseigenschaften des Rades und der Erhalt einer möglichst genauen Information über die Fahrgeschwindigkeit für die allfälligen Regelaufgaben z. B. im Zusammenhang mit der ABS- oder Fahrdynamik-Regelung problematisch. Insofern liegt der Kern der Problematik der vorliegenden Erfindung in der Verhinderung von tiefen Schlupfeinläufen.

Die bekannten Bremsregelungsverfahren werden vor allem bei hydraulischen Bremsanlagen implementiert, da mit diesen hohe Bremskraftgradienten erzeugt werden können. Eine gezielt Einstellung der Bremskräfte ist jedoch nur mit einem bestimmten Toleranzbereich möglich. Hingegen können z. B. elektromechanische Anlagen gezielt bestimmte Bremskräfte über entsprechende Bremskraftsensoren einstellen. Jedoch empfiehlt sich für derartige Bremsanlagen aus Kostengründen oft ein relativ langsames Stellglied, was für die schnelle Aktivierung und Deaktivierung, wie es bei einer ABS-Regelung gefordert wird, nicht unproblematisch ist.

Ausgehend von der oben geschilderten Problematik ist es Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zur Bremsregelung eines Kraftfahrzeuges zu schaffen, mit der das Bremsverhalten der Hinterräder eines Kraftfahrzeuges gegenüber den bekannten Bremsregelungen insbesondere im Hinblick auf Anbremsphasen und auch Reibwertsprünge verbessert wird.

Diese Aufgabe wird durch den allgemeinen technischen Grundgedanken gelöst, daß der Bremsdruck für mindestens ein Hinterrad über das Radverhalten von mindestens einem Vorderrad bestimmt wird. Das Bremsverhalten des mindestens einen Vorderrades wird also nicht nur zur ABS-Regelung am betreffenden Vorderrad verwendet, sondern auch, um für das mindestens eine Hinterrad geeignete Bremsregelvorgaben zu bestimmen. Auf diese Weise ist es z. B. möglich, bei schlagartiger Änderung des Reibwertes der Fahrbahnoberfläche – dem erwähnten Reibwertsprung – das

Bremsverhalten der Hinterräder schon vor deren Erreichen des Reibwertüberganges einstellen zu können, wozu die bekannten Regelverfahren schlicht nicht in der Lage waren.

Das erfindungsgemäße Verfahren bzw. die erfindungsgemäße Bremsvorrichtung sind besonders mit der Verwendung einer elektromechanischen Bremsvorrichtung geeignet, da bereits beim Beginn kritischer Bremsphasen an den Hinterrädern angemessene Bremskräfte eingestellt werden. Zudem ist die genaue Einstellung eines ermittelten Bremskraft-Wertes möglich. Je nach Auslegung und Implementierung der erfindungsgemäßen Grundidee in einer Bremsregelung kann damit universell in unterschiedlichen Fahrsituationen, z. B. in Kurven, beim Anbremsen ein verbessertes Bremsverhalten erzielt werden. Die eingangs erwähnten Regelverfahren waren demgegenüber in der Regel mehr auf die Meisterung von Spezialsituationen – siehe z. B. das CBC-Verfahren – zugeschnitten.

Vorzugsweise wird aus der am Vorderrad bei Schlupfeinlauf herrschenden Bremskraft und/oder den Vorderrad-Beschleunigungswerten für das mindestens eine Hinterrad eine optimale Bremskraft ermittelt, die einem Bremsmoment entspricht, das vor einem Schlupfeinlauf übertragbar ist. Je nachdem kann es von Vorteil sein, einerseits die tatsächlich aufzubringende Bremskraft kleiner als der oder gleich der ermittelten Bremskraft einzustellen, um sicherzustellen, daß ein Weiterbremsen unter optimalen Schlupfbedingungen gewährleistet wird. Andererseits kann es vorteilhaft sein, die tatsächlich aufzubringende Bremskraft geringfügig größer als die ermittelte Bremskraft einzustellen, da sich diese Bremskraft schon an sehr sinnvolle Werte genähert hat. Bei dem anschließenden Schlupfeinlauf, der wesentlich schwächer ausfällt als ohne das erfindungsgemäße Verfahren, kann die ABS-Regelung wie gewohnt in die Schlupfregelung eintreten.

Vom Antriebsstrang herrührende Momente können grundsätzlich entsprechend ihrer Wirkung berücksichtigt werden, was jedoch im weiteren nicht gesondert erwähnt und behandelt wird. Eine besonders einfache Regelung wird damit geschaffen, daß die optimale einzustellende Bremskraft direkt aus der gerade noch übertragbaren Bremskraft vor einem Schlupfeinlauf an dem entsprechenden Vorderrad bestimmt wird.

Um eine genaue Bestimmung der optimalen Bremskräfte z. B. bei einer unterschiedlichen Querbelastung des Kfz zu erhalten, wird das Verhältnis der Bremskräfte des Paares Vorderräder bestimmt und auf das Paar Hinterräder entsprechend übertragen. Somit können beispielsweise unterschiedliche Radlasten berücksichtigt werden. Neben der unterschiedlichen Querbelastung ist ein weiterer Fall für ein seitenweise unterschiedliches Bremsvermögen das Vorliegen von seitenweise unterschiedlichen Reibwerten. Diese beiden Fälle könnten durch das erfindungsgemäße Verfahren und eine entsprechend implementierte Regelvorrichtung zunächst nicht unterschieden werden, was jedoch aus Gründen einer Optimierung des Fahrverhaltens sinnvoll wäre. Zur Lösung dieser Problematik können weitere Fahr- und Regelparameter herangezogen werden, wie z. B. die Querkraft, Giergeschwindigkeit, Raddrehzahlunterschiede und/oder Lenkradwinkel zur Kurvenerkennung.

Beim Rückschluß von der Bremskraft des Vorderrades auf die des Hinterrades ist es vorteilhaft, die ermittelte Bremskraft an dem Hinterrad zeitversetzt aufzubringen. Dieser Zeitversatz kann sich vor allem nach der Geschwindigkeit des Kraftfahrzeuges richten. Somit ist gewährleistet, daß bei einem abrupten Reibwertsprung auf der Fahrbahnoberfläche für die Hinterräder die ursprüngliche Bremskraft bis zum Erreichen des Übergangsbereiches aufrecht erhalten bleibt, um nach der zeitlichen Verzögerung die ermittelte, an

den neuen Reibwert angepaßte Bremskraft aufzubringen.

Es kann auch in bestimmten Bremssituationen vorteilhaft sein, ein mit der Zeit linear zu- oder abnehmendes Aufbringen der Bremskraft unmittelbar bei der Detektion eines Schlupfeinlaufes an einem Vorderrad zu gewährleisten.

Insbesondere bei einer abrupten Anbremsphase ist es aus Gründen der Fahrstabilität des Fahrzeuges notwendig, daß der Schlupfeinlauf zuerst an den Vorderrädern auftritt. Um dies regelungstechnisch sicherzustellen, soll dem erfindungsgemäßen Verfahren eine Bremskraftverteilung vorgeschaltet sein, die gewährleistet, daß Schlupfeinläufe stets zuerst an den Vorderrädern auftreten.

Die Bestimmung eines für optimalen Schlupf sorgenden Bremskraft-Wertes für die Hinterräder kann von einer Vielzahl von Parametern auf der Basis von Meßgrößen (bzw. deren zeitliche Ableitung) aus der ABS- oder Fahrdynamik-Regelung, wie z. B. der Brems-Istkraft, der Radbeschleunigung, der Blockiergrenze, der Achslast, der Fahrzeugmasse incl. Zuladung, der Stärke des Fading-Effekts (das Nachlassen der Bremswirkung der Bremsanlage), dem Schräglauf/Schwimmwinkel, der Querkraft, Giergeschwindigkeit und so weiter abhängig gemacht werden. Die vorstehenden Parameter können in das erfindungsgemäße Verfahren ggf. sehr einfach einbezogen werden, da sie in verarbeitungstechnisch bereits sinnvoll aufbereiteter Form von anderen Sicherheitssystemen des Fahrzeuges, wie eben der ABS- oder der Fahrdynamik-Regelung wieder abgeleitet werden können.

Eine sehr zuverlässige Bremskraftregelung wird mit einer fiktiven Bremskraftannäherung geschaffen. Diese entspricht einer annähernd einen optimalen Schlupf erzielenden Bremskraft, die ermittelt werden würde, wenn das Kraftfahrzeug voll beladen wäre. Auf Grund der meist zu hoch ermittelten Bremskraft ist zwar ein Schlupf an den Hinterrädern zu beobachten, jedoch liegt die vor Schlupfeinlauf der Hinterräder beaufschlagte Bremskraft der einen optimalen Schlupf erzielenden Bremskraft wesentlich näher als bei den bekannten Bremsregelungen ohne vorausschauende Bremskraftbegrenzung. Zudem besitzt dieses Vorgehen den Vorteil, daß Kenntnisse über Bremsparameter, wie zum Beispiel den Zustand der Bremsanlage, den Fading-Zustand, der nur schwierig zu bestimmen ist, nicht benötigt werden.

Bei dem anschließenden Schlupfeinlauf kann die ABS-Regelung wie gewohnt in die Schlupfregelung eintreten.

Weitere Merkmale, Eigenschaften und Vorteile der Erfindung werden anhand der nun folgenden Beschreibung bevorzugter Anwendungsbeispiele des erfindungsgemäßen Verfahrens deutlich.

1. Beispiel

Bei diesem Anwendungsbeispiel unterstützt das erfindungsgemäße Verfahren die ABS-Regelung bei der Bestimmung des maximal an den Hinterrädern übertragbaren Bremsmoments im Falle einer abrupten Anbremsphase oder bei sprunghaften Änderungen des Fahrbahnreibwertes.

Um Bremskraftvorausagen für ein Hinterrad zu treffen, wird das maximal aufgebrachte Bremsmoment $M_{V_{\max}}$ an dem Vorderrad kurz vor dem Schlupfeinlauf bestimmt, das seitengleich zu dem betreffenden Hinterrad gelegen ist. Das tatsächliche Bremsmoment $M_{V_{\text{tal}}}$, das vom Vorderrad auf den Fahrbahnboden effektiv übertragen wird, entspricht dem maximal aufgebrachten Bremsmoment $M_{V_{\max}}$ abzüglich dem Radbeschleunigungsmoment M_R . Das Radbeschleunigungsmoment M_R errechnet sich aus der Ableitung der Radgeschwindigkeit dividiert durch den Reifenradius und multipliziert mit dem Reifenträgheitsmoment. Schließlich erhält man das näherungsweise für einen optimalen

Schlupf sorgende Bremsmoment $M_{H\max}$ am Hinterrad dadurch, daß das tatsächlich übertragene Bremsmoment $M_{V\text{tat}}$ durch die Radlast G_V am Vorderrad geteilt und mit der Radlast G_H am Hinterrad multipliziert wird. Die Radlasten G_V und G_H können entweder durch geometrische Berechnungen aus Längs- und Querbesehleunigung, Schwerpunktlage und Rad/Achsständen ermittelt werden oder auch durch ein Fahrzeugmodell, das eventuell Fahrwerkeinflüsse und Aufbauabewegungen berücksichtigt. Auch die Zuladung wird in den Radlasten berücksichtigt.

Die oben erwähnte Bestimmung des maximalen Bremsmomentes vor Schlupfeinlauf ist im übrigen relativ genau, da in diesem Fahrzustand die nicht sonderlich exakt bestimmbar Radbesehleunigungen niedrig liegen und somit keinen wesentlichen Beitrag bei der Berechnung der Momentenbilanz liefern. Problematisch ist die Anwendung dieses Verfahrens allerdings bei Reibwertsprüngen, da das Verfahren nur eine Aussage über den letzten und nicht über den aktuellen Reibwert macht. Abhilfe schafft hier die Überwachung des übertragenen Bremsmomentes. Sinkt das übertragene Bremsmoment nämlich während eines Schlupfeinlaufes wesentlich stärker als normal unter das Bremsmoment vor Schlupfeinlauf, so liegt ein Reibwertsprung vor. Erkennung und Berechnung geeigneter Drücke können dann durch die Momentenbilanz des Rades erfolgen.

Die berechnete Bremskraft wird bei abruptem Bremsantritt unmittelbar auf die Hinterräder ausgegeben und für eine bestimmte Zeit, vorzugsweise 150 ms, aufrechterhalten. Das ABS kann diesen Druck im übrigen bei erkanntem Schlupf noch weiter erniedrigen.

Bei einem Reibwertsprung wird das Absenken der Bremskraft je nach Fahrgeschwindigkeit etwas verzögert und/oder in Rampenform mit linearer Änderung durchgeführt.

2. Beispiel

In diesem Anwendungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens wird eine Verbesserung des Select-Low-Verfahrens vorgeschlagen, um ein Hinterrad insbesondere bei Kurvenfahrten so gering wie möglich unterhalb des einen optimalen Schlupf erzielenden Bremsmomentes zu unterbremsen.

Die Bremskräfte kurz vor dem Schlupfeinlauf werden an beiden Vorderrädern bestimmt. Hieraus wird das Verhältnis der Bremskräfte an den Vorderrädern bestimmt. Anschließend werden die einen optimalen Schlupf erzielenden Bremskräfte an den Hinterrädern bestimmt.

Beispielsweise soll das Bremskraftniveau an dem vorderen rechten Rad 1,4 mal so hoch sein wie das Bremskraftniveau an dem linken vorderen Rad. In diesem Fall würde nach dem Select-Low-Verfahren das rechte Hinterrad unterbremsen. Zur Bestimmung der schlupffreien Bremskraft an dem rechten Hinterrad muß diejenige Bremskraft an dem linken Hinterrad bestimmt werden, bei dem die ABS-Regelung einsetzt – d. h. diejenige Bremskraft, bei der ein Schlupfeinlauf detektiert wird. Dieser ermittelten Bremskraft wird anschließend eine Zusatzkraft auferlegt, die dem 0,4fachen der am linken hinteren Rad ermittelten Bremskraft entspricht.

Eine umgekehrte Schlußfolgerung, das heißt von dem rechten stärker belasteten Hinterrad auf das linke, soll durch ein richtig arbeitendes Bremsregelungsverfahren ausgeschlossen werden, da ein Schlupfeinlauf an dem stärker belasteten Hinterrad sich äußerst negativ auf die Fahrstabilität des Fahrzeuges auswirken würde. Tritt dennoch überhöhter Schlupf an dem stärker belasteten Hinterrad auf, so kann daraus die für einen optimalen Schlupf sorgende Bremskraft

des linken Hinterrades mit Hilfe der am rechten Hinterrad ermittelten Bremskraft abzüglich des Bremskraft-Unterschiedes bestimmt werden, dessen Betrag sich aus $l(1/1,4-1)$ zu ungefähr dem 0,29fachen der Bremskraft des rechten Hinterrades errechnet.

Mit dieser Vorgehensweise werden die schwer bestimmbar Parameter, wie zum Beispiel das Fading, die dynamische Achslastverlagerung von vorne nach hinten etc., mit berücksichtigt. Ferner ist zu erwähnen, daß die einzustellenden Druckunterschiede zwischen der linken und rechten Seite bezüglich ihrer Absolutwerte und der Einstellgeschwindigkeit noch zusätzlich von beispielsweise von der Fahrdynamik-Regelung erkannten Situationen, wie Kurvenfahrten oder das Vorhandensein von großen seitenweisen Reibwertunterschieden auf der Fahrbahn mit entsprechend niedrigem Reibwert abhängig gemacht werden können.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bremsregelung eines Kraftfahrzeugs bei einer Bremsphase, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Bremsdruck für mindestens ein Hinterrad über das Radverhalten an mindestens einem Vorderrad bestimmt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß für das mindestens eine Hinterrad eine Bremskraft aus der am Vorderrad bei Schlupfeinlauf herrschenden Bremskraft und/oder den Vorderrad-Besehleunigungswerten über vorgegebene Regelparameter derart ermittelt wird, daß sie näherungsweise der maximal übertragbaren Bremskraft an dem mindestens einen Hinterrad entspricht.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die tatsächliche Bremskraft für das mindestens eine Hinterrad gleich der oder geringfügig kleiner als die ermittelte Bremskraft eingestellt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die tatsächliche Bremskraft für das mindestens eine Hinterrad geringfügig größer als die ermittelte Bremskraft eingestellt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß zur Ermittlung der Bremskraft für das mindestens eine Hinterrad das vor dem und/oder während des Schlupfeinlaufes aufgebrachte Brems-Drehmoment und/oder Radbesehleunigung am Vorderrad bestimmt wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß für die Bestimmung der Bremskraft für das mindestens eine Hinterrad das Verhältnis der Bremskräfte an den Vorderrädern herangezogen wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die ermittelte Bremskraft an einem Hinterrad nach einer Zeitverzögerung aufgebracht wird, die sich vorzugsweise nach der Geschwindigkeit des Kraftfahrzeugs richtet.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die ermittelte Bremskraft für das mindestens eine Hinterrad unmittelbar nach der Detektion eines Schlupfeinlaufes an dem mindestens einen Vorderrad linear mit der Zeit zu- oder abnehmend aufgebracht wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß ein Schlupfeinlauf durch eine entsprechende Bremskraftverteilung zuerst an einem der beiden Vorderräder erzeugt und aus dem dabei auftretenden Radverhalten der Bremsdruck an mindestens einem Hinterrad bestimmt wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß zur Bestimmung des Bremsdrucks des mindestens einen Hinterrades Bremsparameter am Vorderrad mit Schlupfeinlauf herangezogen werden, wie die gemessene Brems-Istkraft; Radbeschleunigung, Giergeschwindigkeit, Lenkwinkel, Querkraft, Motordrehmoment, eingelegte Gangstufe oder Meßgrößen oder deren zeitliche Ableitung aus der ABS-Regelung, wie insbesondere die Raddrehzahl. 5
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Fahrverhalten des KFZ's beeinflussende oder beschreibende Parameter, wie insbesondere die Rad- oder Achslast, die Fahrzeugmasse mit eventueller Zuladung, der Schräglaufwinkel oder Vorgaben anderer Regelungen, wie beispielsweise der Fahrdynamikregelung, zur Bestimmung des Bremsdruckes für das mindestens eine Hinterrad berücksichtigt werden. 10
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die ermittelte Bremskraft einer fiktiven Bremskraft entspricht, die näherungsweise gleich der Bremskraft bei Schlupfeinlauf an dem mindestens einem Hinterrad bei voller Zuladung des Kraftfahrzeugs ist. 20
13. Bremsvorrichtung für ein Kraftfahrzeug, die insbesondere entsprechend dem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13 arbeitet, umfassend eine Bremsanlage für Vorder- und Hinterräder und eine Regelungseinrichtung, die mit der Bremsanlage gekoppelt ist, dadurch gekennzeichnet, daß in einer Bremsphase mit Schlupfeinlauf an mindestens einem Vorderrad die Bremsanlage von der Regelungseinrichtung derart eingestellt ist, daß der Bremsdruck für das mindestens eine Hinterrad über das Radverhalten am mindestens einen Vorderrad bestimmt ist. 30
14. Bremsvorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß sie eine elektromechanische Bremsanlage umfaßt. 35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -